

УДК 911.3 (477.54)

В.Г. Клименко, С.О. Кійко

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОГО БАГАТОРІЧНОГО СТОКУ ТА ЙОГО КАРТОГРАФУВАННЯ В КУРСІ «ГІДРОЛОГІЯ УКРАЇНИ»

Розглядається формування знань у студентів-географів Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна про формування стоку; чинники, які впливають на його формування; визначення стоку, норму стоку та його картографування.

Ключові слова: стік, норма стоку (або середньо багаторічний стік), внутрішньорічний розподіл стоку, характеристики стоку: витрати води, сумарний об'єм стоку, шар стоку, модуль стоку.

V. Klimenko, S. Kiiko

DETERMINATION OF AVERAGE LONG-STANDING DRAIN AND ITS MAPPING IN THE COURSE «HYDROLOGY OF THE UKRAINE»

The formation of knowledge among students geographers of Kharkov Karazin National University about river drain formation, factors that shape it, definition of drain, drain and its mapping.

Keywords: drain, norm of drain (or long-term average drain). sub annual distribution of drain, drain characteristics: water flow, total volume of drain, layer of the drain, the module of drain.

Вступ, вихідні передумови. Суть водної проблеми в Україні і Харківській області полягає в тому, що відновлювальні ресурси прісних вод обмежені, а нерідко хижацьке ставлення до водних ресурсів призводить до погіршення кількісного і якісного стану води, що, в свою чергу, порушує екологічну рівновагу в біосфері. Тому вважаємо, що студент-географ повинен уміти визначати норму і мінливість стоку річок та картографувати їх.

Теоретичне обґрунтування емпіричних кривих забезпеченості річного стоку подані в роботах М.А. Великанова, Д.Л. Соколовського, В.Г. Андріянова, С.М. Крицького, М.Ф. Менкеля, А.В. Рождественського, А.І. Чоботарьова та ін.

Мета даної статті – показати, як студенти-географи Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна під час виконання практичних робіт зі спецкурсу «Гідрологія України» навчаються визначати норму стоку, внутрішньорічний розподіл стоку (на прикладі басейну річки Сіверський Донець) та проводити картографування цих показників.

Виклад основного матеріалу. Ресурси прісної води у світі вичерпуються. Прісна вода становить лише 2,5 % загального об'єму водних ресурсів, або 35 млн. куб. м. Більшість запасів прісної води існує у вигляді постійної криги та снігу, які нагромаджені на території Антарктиди, Гренландії, або залягають на глибині у вигляді водоносних шарів. Основними джерелами води, придатними для використання людьми, є річки, озера та підземні води, що залягають неглибоко. Практичний інтерес для задоволення потреб людей являють води річок (ресурси поверхневих вод).

Однією з основних гідрологічних характеристик є середній багаторічний стік, або норма річного стоку, який визначає потенційні водні ресурси річково-го басейну або адміністративного району при водогосподарському проектуванні, а також є вихідною величиною при визначенні стоку розрахункових забезпеченостей. Стік – це складний природний процес, який відбувається в географічному середовищі, перебуває під впливом різних фізико-географічних факторів: клімату, ґрунтів, рослинності, наявності озер і боліт у басейні річки. Різноманітний вплив природних факторів проявляється по-різному. Одні з них сприяють збіганню атмосферних опадів по земній поверхні, інші затримують стік. Стік формується внаслідок випадання дощів або танення снігу й льоду. Стік, який спостерігається на поверхні землі, називається поверхневим стоком. Велика частка дощових і талих вод потрапляє в річкову сітку підземними шляхами, утворюючи підземний стік. У різних ландшафтних зонах співвідношення між поверхневим і підземним стоком неоднакове. Тому студент під час виконання практичних робіт з курсу «Гідрологія України» за темами «Розподіл внутрішньорічного стоку річок» та «Норма і мінливість стоку» спочатку повинен провести певні розрахунки, а потім зробити картографування.

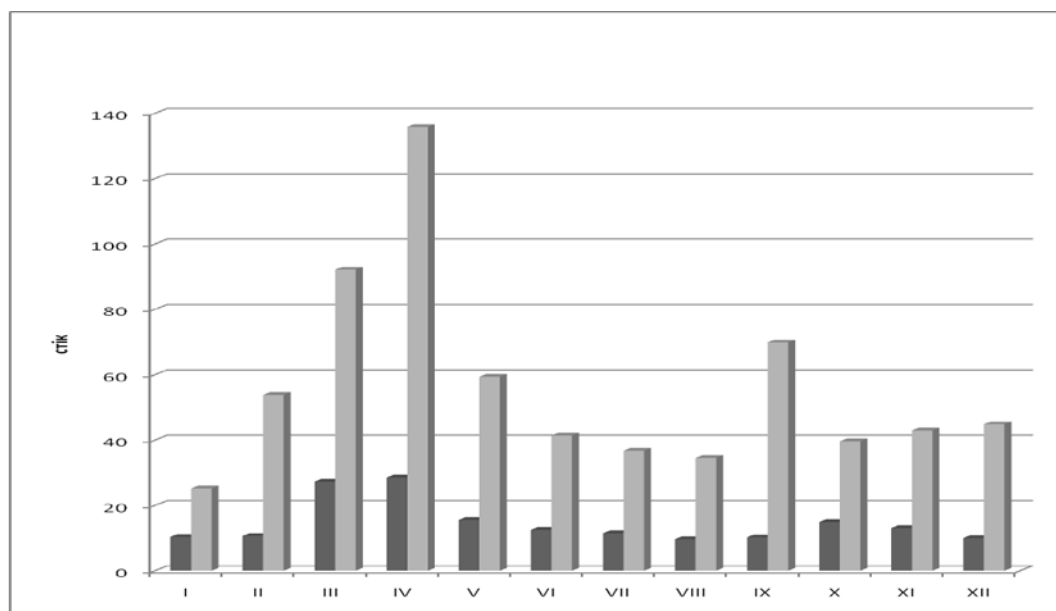
Виконуючи практичну роботу «Внутрішньорічний розподіл стоку», студент спочатку має провести розрахунки по визначенню живлення річок, основних характеристик стоку (витрата води, об'єм стоку, модуль стоку, шар стоку, коефіцієнт стоку) та визначити розподіл стоку протягом року. Річний стік є постійною величиною, змінюється упродовж року і з року в рік. Крім того, він не-

рівномірно розподіляється по території, що залежить від фізико-географічних факторів, які можуть змінюватись на протязі року або залишатися незмінними протягом багатьох років.

На внутрішньорічний розподіл стоку значною мірою може впливати господарська діяльність людини. Створення водосховищ, забір води на зрошення, водопостачання, перекидання води з одного басейну в інший може спричинити глибокі зміни в перерозподілі стоку протягом року. Так, середній рівень води у Сіверському Дінці (біля м. Чугуєва) до побудови Печенізького водосховища складав більше 250 см, а після побудови максимальні позначки сягають 200 см.

За класифікацією Б.Д. Зайкова, ріки басейну Сіверського Дінця за типом водного режиму відносяться до Східноєвропейського типу річок. Цей тип річок характеризується високою весняною повінню, низькою літньою і зимовою меженню та підвищеним осіннім стоком за рахунок дощів.

Якщо проаналізувати розподіл стоку за сезонами, то можна дійти висновків, що для ріки Сіверський Донець поблизу с. Огурцеве весняний стік складає 41 %, тоді як літній і зимовий - 19 і 18 % відповідно (рис.1). В інших пунктах спостереження ці показники майже не змінюються. Якщо розглядати притоки Сіверського Дінця, то картина практично та ж сама.



**Рис.1. Внутрішньорічний розподіл стоку
(р. Сів. Донець – с. Огурцеве, р. Сів. Донець – м. Зміїв)**

Для характеристики розподілу стоку на будь-якій території студенти складають карти стоку, на яких проводять лінії однакових величин стоку, тобто ізолінії модулів стоку, або річного шару стоку (рис.2).



Рис.2. Середній багаторічний стік басейну Сіверського Дінця (у межах Харківської області)

Після побудови карти студент повинен дати характеристику зміни стоку і визначити основні фактори, що впливають на цю зміну. Студент четвертого курсу уже знає, що характерною особливістю у розподілі середнього багаторічного стоку по території України є широтна зональність, особливо це помітно в рівнинних частинах нашої країни. Разом з тим, зберігається тенденція до зменшення стоку із заходу на схід під впливом континентальності клімату, зменшується стік також з півночі на південь. Отже, коливання річного стоку річок відбувається під впливом кліматичних факторів. Характеристику коливань цього стоку можна зробити шляхом оцінки мінливості його в окремі роки. Величини річного стоку фактично не залежать одна від одної. Стік водотоків рік у рік змінюється без будь-якої певної закономірності. Разом з тим, величина річного

стоку коливається навколо якоїсь середньої величини, причому амплітуда коливань неоднакова в різних фізико-географічних районах. Їх можна вважати випадковими. Тому для характеристики мінливості стоку застосовують методи математичної статистики.

Норма стоку звичайно обчислюється за багаторічний період. Якщо дані по стоку охоплюють відносно короткий час, норма стоку обчислюється за допомогою так званого приведення до багаторічного періоду. Звичайно приведення роблять графічно, шляхом встановлення залежності між стоком даної річки і стоком річки-аналога, дані по стоку якої є за тривалий період. За аналог обирається річка, яка протікає в однакових з даною річкою фізико-географічних умовах. Для характеристики розподілу стоку в гідрології застосовують біноміальні асиметричні криві розподілу або відповідні їм криві забезпеченості. Щоб побудувати біноміальну криву забезпеченості, треба мати такі три параметри: 1) норму стоку (або середнє арифметичне ряду); 2) коефіцієнт варіації, або мінливості ряду C_v ; 3) коефіцієнт асиметрії ряду C_s . При визначенні норми і мінливості стоку студент спочатку обраховує табл. (за програмою *Microsoft Excel*).

Таблиця

Визначення забезпеченості стоку на р. Сіверський Донець – м. Зміїв

№	Роки	Q, м ³ /с	Q ₀ , м ³ /с	Q _i за зменшенням, м ³ /с	K=Q _i /Q ₀	(K-1)	(K-1) ²	(K-1) ³	P(%)
1	1961	26,3	44,69	81	1,812452	0,81245154	0,660078	0,536280989	1,476793
2	1962	18,8	45,13	80,4	1,78152	0,78152	0,61077359	0,477332	4,009434
3	1963	72	45,13	72	1,595391	0,595391	0,35449055	0,211061	6,367925
4	1964	49,4	45,13	69,1	1,531132	0,531132	0,2821015	0,149833	8,726415
5	1965	24,9	45,13	61,2	1,356082	0,356082	0,1267947	0,045149	11,08491
6	1966	30,7	45,13	58,5	1,296255	0,296255	0,08776718	0,026001	13,4434
7	1967	30,6	45,13	56,8	1,258586	0,258586	0,06686688	0,017291	15,80189
8	1968	54,6	45,13	54,8	1,21427	0,21427	0,04591158	0,009837	18,16038
9	1969	29,6	45,13	54,6	1,209838	0,209838	0,04403209	0,00924	20,51887
10	1970	58,5	45,13	54,5	1,207622	0,207622	0,04310707	0,00895	22,87736
11	1971	44,9	45,13	54,4	1,205407	0,205407	0,04219187	0,008666	25,23585
12	1972	21,5	45,13	54,3	1,203191	0,203191	0,04128649	0,008389	27,59434
13	1973	34,4	45,13	53,7	1,189896	0,189896	0,03606044	0,006848	29,95283
14	1974	37,1	45,13	52,5	1,163306	0,163306	0,02666885	0,004355	32,31132
15	1975	21,3	45,13	51,8	1,147795	0,147795	0,02184344	0,003228	34,66981
1	1961	26,3	44,69	81	1,812452	0,81245154	0,660078	0,536280989	1,476793
2	1962	18,8	44,69	80,4	1,799026	0,79902598	0,638443	0,510132148	3,586498

3	1963	72	44,69	72	1,611068	0,61106804	0,373404	0,228175339	5,696203
4	1964	49,4	44,69	69,1	1,546178	0,5461778	0,29831	0,1629304	7,805907
5	1965	24,9	44,69	61,2	1,369408	0,36940783	0,136462	0,050410186	9,915612
6	1966	5,07	44,69	58,5	1,308993	0,30899278	0,095477	0,029501561	12,02532
7	1967	30,6	44,69	57,8	1,29333	0,29332962	0,086042	0,025238745	14,13502
8	1968	54,6	44,69	56,8	1,270954	0,27095367	0,073416	0,019892306	16,24473
9	1969	29,6	44,69	54,8	1,226202	0,22620178	0,051167	0,011574123	18,35443
10	1970	58,5	44,69	54,6	1,221727	0,2217266	0,049163	0,010900674	20,46414
11	1971	44,9	44,69	54,5	1,219489	0,219489	0,048175	0,010573975	22,57384
12	1972	21,5	44,69	54,4	1,217251	0,21725141	0,047198	0,01025387	24,68354
13	1973	34,4	44,69	54,3	1,215014	0,21501381	0,046231	0,00994029	26,79325
14	1974	37,1	44,69	53,7	1,201588	0,20158824	0,040638	0,008192107	28,90295
15	1975	21,3	44,69	52,5	1,174737	0,17473711	0,030533	0,005335258	31,01266
16	1976	28,8	44,69	51,2	1,145648	0,14564838	0,021213	0,003089705	33,12236
17	1977	52,5	44,69	50,8	1,136698	0,136698	0,018686	0,002554386	35,23207
18	1978	54,4	44,69	49,9	1,11656	0,11655965	0,013586	0,001583597	37,34177
19	1979	69,1	44,69	49,4	1,105372	0,10537168	0,011103	0,001169962	39,45148
20	1980	80,4	44,69	49,3	1,103134	0,10313409	0,010637	0,001097	41,56118
21	1981	81	44,69	48,4	1,082996	0,08299574	0,006888	0,000571699	43,67089
22	1982	61,2	44,69	46,3	1,036006	0,03600625	0,001296	0	45,78059
23	1983	48,4	44,69	45,3	1,01363	0,01363031	0,000186	0	47,8903
24	1984	41,3	44,69	44,9	1,00468	0,00467993	0	0	50
25	1985	54,8	44,69	44,4	0,993492	-0,006508	0	0	52,1097
26	1986	53,7	44,69	43,9	0,982304	-0,017696	0,000313	0	54,21941
27	1987	43,9	44,69	43,9	0,982304	-0,017696	0,000313	0	56,32911
28	1988	54,5	44,69	43	0,962166	-0,0378344	0,001431	0	58,43882
29	1989	37,3	44,69	41,3	0,924127	-0,0758735	0,005757	-0,00043679	60,54852
30	1990	46,3	44,69	40,7	0,910701	-0,089299	0,007974	-0,0007121	62,6583
31	1991	40,7	44,69	38,7	0,865949	-0,1340509	0,01797	-0,00240885	64,76793
32	1992	29,6	44,69	38,3	0,856999	-0,1430013	0,020449	-0,00292429	66,87764
33	1993	43,9	44,69	37,3	0,834623	-0,1653773	0,02735	-0,00452301	68,98734
34	1994	57,8	44,69	37,1	0,830148	-0,1698524	0,02885	-0,00490022	71,09705
35	1995	45,3	44,69	35,3	0,789871	-0,2101291	0,044154	-0,0092781	73,20675
36	1996	56,8	44,69	34,6	0,774208	-0,2257923	0,050982	-0,01151138	75,31646
37	1997	49,3	44,69	34,4	0,769733	-0,2302675	0,053023	-0,0122095	77,42616
38	1998	54,3	44,69	30,6	0,684704	-0,3152961	0,099412	-0,03134409	79,53586
39	1999	49,9	44,69	29,6	0,662328	-0,337672	0,114022	-0,03850217	81,64557
40	2000	38,3	44,69	29,6	0,662328	-0,337672	0,114022	-0,03850217	83,75527
41	2001	38,7	44,69	28,8	0,644427	-0,3555728	0,126432	-0,04495578	85,86498
42	2002	34,6	44,69	26,3	0,588487	-0,4115126	0,169343	-0,06968665	87,97468
43	2003	51,2	44,69	24,9	0,557161	-0,442839	0,196106	-0,08684354	90,08439
44	2004	43	44,69	21,5	0,481083	-0,5189172	0,269275	-0,13973145	92,19409
45	2005	44,4	44,69	21,3	0,476608	-0,5233924	0,27394	-0,14337788	94,3038
46	2006	50,8	44,69	18,8	0,420668	-0,5793322	0,335626	-0,19443887	96,4135
47	2007	35,3	44,69	5,07	0,113446	-0,886554	0,785978	-0,69681184	98,52321
		44,69085			47		5,501056	0,106299653	

$C_v = 0,3421166$

Виконавши розрахунки стоку за 47 років, студент будує емпіричну і теоретичну криві забезпеченості стоку, використовуючи програму *Stoke Stat* (рис.3).

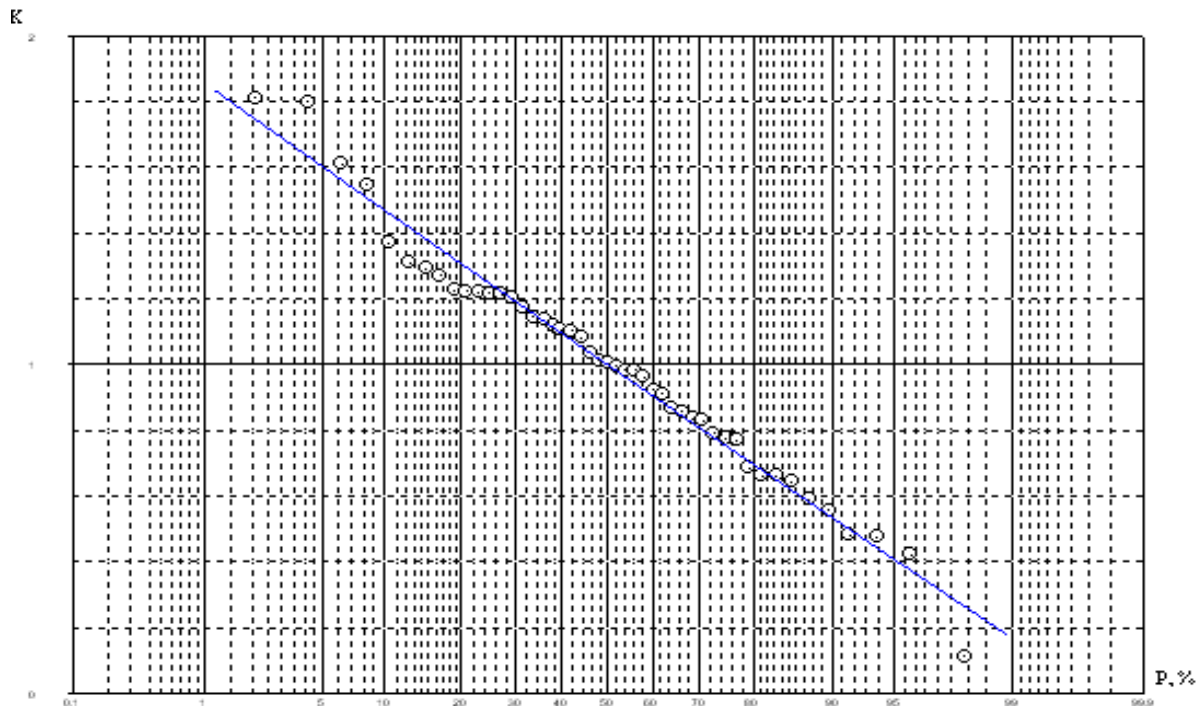


Рис.3. Крива забезпеченості стоку р. Сіверський Донець – м. Зміїв

Під час аналізу студент повинен звернути увагу на те, що річний стік басейну Сіверського Дінця у межах Харківської області кожного року різний. Це залежить від багатьох факторів: кліматичних умов, інтенсивності використання вод басейну для зрошення сільськогосподарських угідь, потреб підприємств та ін.

Висновки. В результаті дослідження середнього багаторічного стоку студенти-географи не тільки навчаються проводити його розрахунки за допомогою програми *Microsoft Excel*, визначати розподіл стоку протягом року, стік за багаторічний період, але й за допомогою програми *Stoke Stat* будують криві забезпеченості стоку та створюють карти, аналізують графічний і картографічний матеріал.

Рецензент – кандидат географічних наук, доцент Н.В. Максименко

Література:

1. Горшков И.Ф. Гидрологические расчеты. - Л.: Гидрометеиздат, 1979. - С. 44-48.

2. Вишневський В.І. Річки і водойми України. Стан і використання: Монографія, - К.: Випол, 2000. – 376 с.

В.Г. Клименко, С.А. Кийко

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГО МНОГОЛЕТНЕГО СТОКА И ЕГО КАРТОГРАФИРОВАНИЕ В КУРСЕ «ГИДРОЛОГИЯ УКРАИНЫ»

Рассматривается формирование знаний у студентов-географов Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина о формировании стока; факторах, которые формируют его; определениях стока, нормы стока и его картографирование.

Ключевые слова: сток, норма стока (или средний многолетний сток), внутригодовое распределение стока, характеристики стока: расход воды, суммарный объем стока, слой стока, модуль стока.